

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04019619  
PUBLICATION DATE : 23-01-92

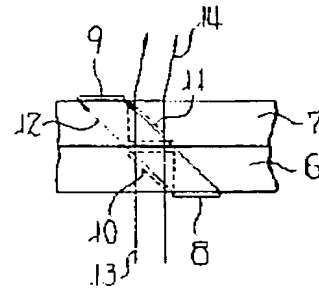
APPLICATION DATE : 14-05-90  
APPLICATION NUMBER : 02123924

APPLICANT : RICOH CO LTD;

INVENTOR : MAEDA HIDEO;

INT.CL. : G02F 1/29 G11B 7/09 G11B 7/135

TITLE : LIGHT DEFLECTOR



**ABSTRACT :** PURPOSE: To obtain a light deflector of low cost and high yield by forming transparent bodies constituted as laminated structure indicating respectively different positive and negative refractive index changes at the time of impressing the same voltage and forming approximately triangular refractive index changing areas in a transmitting direction on respective transparent bodies in a transmitting optical path.

**CONSTITUTION:** The laminated transparent bodies 6, 7 are constituted of different materials indicating respectively different positive and negative refractive index changes at the time of impressing the same voltage between front and rear faces and the transmitting optical path is set up in the front and back direction of the whole transparent bodies 6, 7. Electrodes 8, 9 generating refractive index changes at the time of impressing the voltage are respectively arranged on both the front and rear faces of the whole transparent bodies 6, 7 so as to be shifted only by the transmitting optical path, and at the time of impressing the voltage, the refractive index changing areas 10, 11 respectively having triangular shapes in the transmitting direction are formed in respective bodies 6, 7 in the optical path. Consequently, the transparent bodies consisting of opto-electrical crystal or the like can be obtained under the conditions of low cost and high yield without requiring a specific grinding process or the like.

**COPYRIGHT:** (C)1992,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-19619

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

G 02 F 1/29  
G 11 B 7/09  
7/135

識別記号

庁内整理番号

D 7246-2K  
A 2106-5D  
8947-5D

⑬ 公開 平成4年(1992)1月23日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 光偏向器

⑰ 特 願 平2-123924

⑱ 出 願 平2(1990)5月14日

⑲ 発 明 者 前 田 英 男 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

⑳ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

㉑ 代 理 人 弁 理 士 柏 木 明

明 細 書

1. 発明の名称 光偏向器

2. 特許請求の範囲

表裏両面に設けた電極に対する電圧印加により屈折率が変化する材料による透明体を用い、入射光を屈折率変化領域を透過させて偏向出射させるようにした光偏向器において、同一電圧印加により正の屈折率変化を示す第1透明体と負の屈折率変化を示す第2透明体とを積層し、透過光路をこれらの第1、2透明体の表裏方向に設定し、前記電極をこの透過光路中の第1、2透明体の各々に透過方向に対して略三角形形状の屈折率変化領域を形成する位置に設けたことを特徴とする光偏向器。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、電気光学結晶等を利用した光偏向器

に関する。

従来の技術

従来、光ピックアップ、光掃引器、光交換器などに用いられる光偏向器としては、電圧印加により屈折率変化する電気光学結晶を利用したものである。これは、例えば文献「光エレクトロニクス」(株式会社昭晃堂発行、末田正著)中の「プリズム法および屈折率勾配法」(p. 190~193)に示されている。第9図にこのような電気光学結晶1を用いた光偏向の原理図を示す。即ち、入射光2は $\theta_1$ から $\theta_2$ までの幅を有しているが、何らかの方法を用いてこの $\theta_1$ から $\theta_2$ までの入射光2が電気光学結晶1で感ずる屈折率 $n$ が図中、左側に示すような分布を持てば、各光線が電気光学結晶1の出力端(右端)に達する時間が異なるので、出力光3は出力端で図示のように角度 $\theta$ だけ偏向されることになる。

電気光学結晶1にこのような屈折率分布を持

たせる方法としては、例えば第10図に示すように結晶軸cを逆向きとした2つの三角プリズム結晶1a, 1b(ここでは、3m結晶)を斜面同士で貼り合わせて直方体状とし、軸方向両面全体に電極4, 5を設け、これらの電極4, 5間に電圧Vを印加する方法がある。この結果、例えば一方の結晶1aには負の屈折率変化が生じ、他方の結晶1bには正の屈折率変化が生ずる。よって、第11図に示すように、 $\ell_1$ から $\ell_2$ まで幅Dを有する入射光2は、その入射位置によって、2つの結晶1a, 1bを透過する長さが異なるため、第9図に示したような屈折率分布が得られることになる。

発明が解決しようとする課題

ところが、このような従来方式によると、結晶を加工して貼り合わせることが必要で、技術的にコスト高となる。特に、結晶の研磨工程には時間がかかる上、ひび割れ等の原因ともなり、歩留ま

りの悪いものとなっている。また、分解点数を多く得るためには、強い電界を作用させる必要があり、このためには印加電圧Vを高くするか、又は、電極4, 5間隔を狭く(結晶1a, 1bを薄く)しなければならない。しかし、印加電圧を高くする方式の場合には、駆動装置の負担が大きくなり、用途によってはその高電圧化が安全基準の観点で許容されないこともあり、用途が限定される。また、電極間隔を狭くする方式の場合、入射光の径が制限されるため、用途が限定されてしまう。

課題を解決するための手段

表裏両面に設けた電極に対する電圧印加により屈折率に変化する材料による透明体を用い、入射光を屈折率変化領域を透過させて偏向出射させるようにした光偏向器において、同一電圧印加により正の屈折率変化を示す第1透明体と負の屈折率変化を示す第2透明体とを積層し、透過光路をこれらの第1, 2透明体の表裏方向に設定し、前記

電極をこの透過光路中の第1, 2透明体の各々に透過方向に対して略三角形の屈折率変化領域を形成する位置に設けた。

作用

透明体の材料、電極の位置を工夫し、透明体は同一電圧印加により正、負の異なる屈折率変化を示す第1透明体と第2透明体との積層構造とし、透過光路中の第1, 2透明体の各々に透過方向に対して略三角形の屈折率変化領域を形成することにより、偏向作用を持たせることができるので、電気光学結晶等による透明体には特別な研磨加工工程等を要せず、低コスト・高歩留まりにて実現できる。また、透過光路が電極の形成された表裏方向であるので、透明体を薄くしても入射光の径が制約を受けることがなく、かつ、低電圧駆動が可能となる。特に、透過光路には正、負の異なる屈折率変化した2つの屈折率変化領域が存在するので、両領域を透過する光線に対する偏向効果の

大きいものとなる。

実施例

本発明の第一の実施例を第1図ないし第6図に基づいて説明する。まず、第1図に示すように、表裏両面が研磨された平板状の2枚の第1, 2透明体6, 7が積層状態で設けられている。これらの第1, 2透明体6, 7は例えば電気光学結晶のように表裏両面間に対する電圧印加により屈折率に変化し得る材料からなるものであるが、同一電圧印加に対して第1透明体6側が正の屈折率変化を示す材料によるものとすれば、他方の第2透明体7は負の屈折率変化を示す材料によるものとされている。また、透過光路はこれらの第1, 2透明体6, 7全体の表裏方向(図面上、上下方向)に設定されている。このような第1, 2透明体6, 7全体の表裏両面には電圧V印加により屈折率変化を持たず電極8, 9が透過光路分だけずらして配置形成されている。

このような電極 8, 9 の配置は、電圧印加により透過光路中の第 1, 2 透明体 6, 7 の各々に透過方向に対して三角形の屈折率変化領域 10, 11 を形成するためである。即ち、電極 8, 9 間に電圧  $V$  を印加すると（片方は接地でよい）、第 1, 2 透明体 6, 7 中には両電極 8, 9 間に図示のような電気力線 12 が生じ、透過光路中でみると、破線で示すように屈折率変化領域 10, 11 が透過方向に対して三角形に形成される。領域 10, 11 を合わせた全体の形状は、略平行四辺形となる。また、第 1, 2 透明体 6, 7 の各々の特性により、屈折率変化領域 10 は正の屈折率変化領域となり、屈折率変化領域 11 は負の屈折率変化領域となる。

透過光路中にこのような正、負の屈折率変化領域 10, 11 が存在する場合に、入射光 13 の光線の感ずる光学長を第 2 図を参照して解析する。いま、第 2 透明体 7 の屈折率を  $n_2$ 、屈折率変化

領域 11 の屈折率変化を  $-\Delta n_2$  ( $\Delta n_2 > 0$ )、厚さを  $a_2$  とし、第 1 透明体 6 の屈折率を  $n_1$ 、屈折率変化領域 10 の屈折率変化を  $+\Delta n_1$  ( $\Delta n_1 > 0$ )、厚さを  $a_1$  とする。また、 $X, Y$  座標系における原点を、界面左端とし、界面の長さを  $b$  とする。このとき、原点から距離  $X$  にある光線が感ずる光学長  $L$  は、第 1 透明体 6 の屈折率不変領域での光学長と、第 1 透明体 6 の屈折率変化領域 10 での光学長と、第 2 透明体 7 の屈折率不変領域での光学長との和で表される。即ち、

$$L = (a_1 - \frac{a_1}{b}X)n_1 + \frac{a_1}{b}X(n_1 + \Delta n_1) + (a_2 - \frac{a_2}{b}X)(n_2 - \Delta n_2) + \frac{a_2}{b}Xn_2 \\ = \frac{a_1\Delta n_1 + a_2\Delta n_2}{b}X + a_1\Delta n_1 + a_2(n_2 - \Delta n_2) \quad \dots \dots \dots (1)$$

となる。よって、距離  $X$  が 0 から  $b$  まで各光線に

よって変化すると、光学長  $L$  は連続的に変化することがわかる。よって、第 9 図に示した従来のものと同様の屈折率分布が得られることになり、入射光 13 は偏向作用を受け、出射光 14 として出射する。

また、このような正、負の屈折率変化を生ぜしめる透明体 6, 7 の具体的材料を考察する。ここでは例えば 3 m 結晶のポッケルス効果について説明する。いま、第 3 図に示すように、電気力線 12 の方向と第 1, 2 透明体 6, 7 の  $z$  軸方向とを一致させ、かつ、第 1, 2 透明体 6, 7 の  $z$  軸方向は逆向きとする。すると、屈折率楕円体は次式

$$(\frac{x}{n_x + \Delta n_x})^2 + (\frac{y}{n_y + \Delta n_y})^2 + (\frac{z}{n_z + \Delta n_z})^2 = 1 \quad \dots \dots \dots (2)$$

で表される。但し、 $\Delta n_x = -(1/2)n_x^3\gamma_{11}E$ 、 $\Delta n_y = -(1/2)n_y^3\gamma_{11}E$  である。また、第 1, 2 透明体 6, 7 の  $z$  軸方向は逆向きであるので、

通過する光線の感ずる電界  $E$  の符号も各々の領域で正、負逆となる。ついで、電気力線 12 の方向と入射光 13 の進む方向とのなす角度を  $\theta$  とすると（光は、結晶中でも偏向作用を受けるが、非常に小さいので一定として扱ってもよい）、第 4 図に示す屈折率楕円体 15 と、 $z = y \cos \theta$  の平面との交線（楕円）は次式

$$(\frac{x}{n_x + \Delta n_x})^2 + (\frac{y}{n_y + \Delta n_y})^2 + (\frac{y \cos \theta}{n_z + \Delta n_z})^2 = 1 \quad \dots \dots \dots (3)$$

で求められる。この式から、電界  $E$  が印加されたとき、 $x$  方向と  $y$  方向の固有偏光の屈折率が変化することがわかる。よって、入射光 12 が  $x$  方向の偏光、若しくは進行方向と  $x$  方向に垂直な方向の偏光であるようにする。

このような屈折率変化の様子は、第 5 図を参照すると、次のようにも理解される。即ち、(2)式の屈折率楕円体において、電界  $E$  が印加されると

(第3図であれば、下から上方向とする)、第2透明体7では電界Eは正であり、第1透明体6では電界Eは負である。すると、第2透明体7側の屈折率楕円体は小さくなり、第1透明体6側の屈折率楕円体は大きくなるので、 $xy$ 平面内の固有偏光の感ずる屈折率は、第5図図示の符号を用いると、第2透明体7ではOA、第1透明体6ではOCとなる(電界E=0の場合は、ともにOBとなる)。xz平面内での固有偏光は、第6図に示すように第2透明体7でOA'、第1透明体6でOC'を持つ(電界E=0の場合はともにOB'となる)。よって、第1, 2透明体6, 7として3m結晶、即ち、LiTaO<sub>3</sub>、LiNbO<sub>3</sub>などの実用性の高い結晶を用いても、上述した偏向作用を持たせることができる。この結果、材料的に偏向器として作製が容易な現実性、実用性に富むものである。

このように、本実施例によれば、三角形の屈

界Eの方向によって偏向方向を左右に切替える(振る)ことはできない。そこで、本実施例では、前記実施例における電極8, 9を各々電極8a, 9aの対とし、透過光路に対してタスキ状となるように、他の一対の電極8b, 9bを設け、いずれの電極対間に電圧印加するかを切替えることにより、カー効果材料による第1, 2透明体6, 7であっても偏向方向を左右に振れるようにしたものである。即ち、電極8b, 9b間に電圧を印加すると、第1, 2透明体6, 7の透過光路中に形成される屈折率変化領域10', 11'は図示のように、第1図の場合に対して左右ひっくりかえたような三角形形状となり、偏向方向が変わる。

このようなカー効果を示す材料としては、ABO、ペロブスカイト結晶なるKTN(KTa<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>O<sub>3</sub>), KTaO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>3</sub>, BaTiO<sub>3</sub>などがある。これらは、いずれもキュリ一点以上では点群3mの対称性を示し、z方向

屈折率変化領域10, 11を形成するという電極8, 9の配置の工夫だけで、偏向作用を持たせることができ、第1, 2透明体6, 7には特別な研磨加工工程等を要せず、低コスト・高歩留まりの偏向器を提供できる。特に、2つの逆特性の第1, 2透明体6, 7を用い、正、負の屈折率変化領域10, 11を各々三角形形状に連続形成しているので、1つの場合に比して偏向角を大きくすることができる。この場合、第1, 2透明体6, 7を薄くしても入射光13の径が制約を受けないので、電極8, 9間間隔を狭くでき、低電圧駆動が可能となる。また、電極8, 9間の電圧印加の極性を変えることにより偏向方向を切換え得るので、偏向方向の制御も容易である。

つづいて、本発明の第二の実施例を第7図により説明する。前述した実施例構成の場合、第1, 2透明体6, 7としてカー効果を示す材料を用いると、その屈折率変化がE'に比例するので、電

圧を印加すると、(2)式と同じ式による屈折率楕円体が表れる。そして、 $\Delta n \propto E'$ ,  $\Delta n_e \propto E'$ であるので、第7図構成において左右に偏向できるものとなる。よって、3m結晶のように実用性の高い結晶を用いて偏向器を作製し得るので、作製容易で現実性、実用性に富むものとなる。

ところで、これらの2つの入射側電極8a, 8bと2つの出射側電極9a, 9bとの部分を1組の偏向器とし、これを第8図に示すように、第1, 2透明体6, 7を共通として2次元(又は1次元)に複数組配列することにより、複数の入力光12を偏向し得る光偏向器アレイ16を簡単に構成できる。第1図に示した構成を1単位とするアレイ構成でもよい。

また、これらの実施例にあつては、第1, 2透明体6, 7として電気光学結晶を用いたが、要は、電圧印加により正、負の異なる屈折率変化を示す

材料によるものであればよく、例えば液晶などが利用できる。

また、本実施例では、屈折率変化領域10、11を正確な三角形形状となるようにしたが、正確に三角形形状でなくても偏向作用を発揮し得るものであり、要は、偏向作用を示す程度に三角状であればよい。

さらには、これらの実施例の入射方向は逆(第2透明体7側を入射側)にしてもよい。

#### 発明の効果

本発明は、上述したように透明体の材料、電極の位置を工夫し、透明体は同一電圧印加により正、負の異なる屈折率変化を示す第1透明体と第2透明体との積層構造とし、透過光路中の第1、2透明体の各々に透過方向に対して略三角形形状の屈折率変化領域を形成し、偏向作用を持たせるようにしたので、電気光学結晶等による第1、2透明体には特別な研磨加工工程等を要せず、低コスト・

高歩留まりにて実現でき、特に、透過光路には正、負の異なる特性で屈折率変化した2つの屈折率変化領域が存在するので、両領域を透過する光線に対する偏向効果を一つの場合よりも大きいものとすることができ、また、透過光路が電極の形成された表裏方向であるので、第1、2透明体を薄くしても入射光の径が制約を受けることなく、かつ、低電圧駆動が可能となるものである。

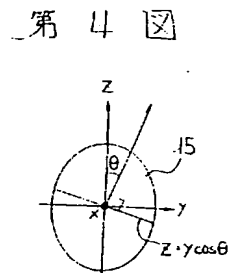
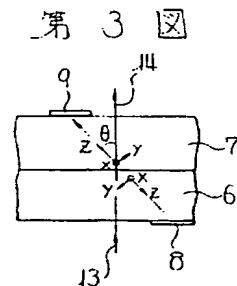
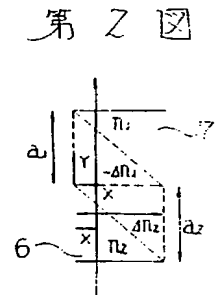
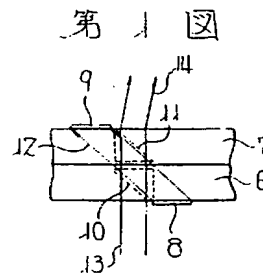
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第6図は本発明の第一の実施例を示すもので、第1図はその基本構造を示す正面構成図、第2図は光学長の解析を説明するための説明図、第3図はポッケルス効果を説明するための正面構成図、第4図ないし第6図は屈折率楕円体についての説明図、第7図は本発明の第二の実施例を示す正面構成図、第8図はそのアレイ化構成の変形例を示す概略斜視図、第9図は従来例を示

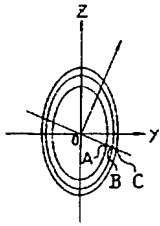
す偏向の原理図、第10図はその具体的構成例を示す斜視図、第11図はその電気光学結晶の屈折率変化と偏向方向を示す平面図である。

6…第1透明体、7…第2透明体、8、9…電極、10、11…三角形形状の屈折率変化領域、13…入射光

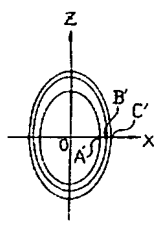
出 願 人      株式会社      リ コ      ー  
代 理 人      柏      木      明



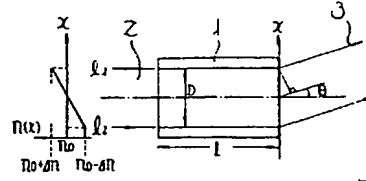
第 5 図



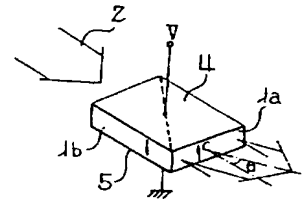
第 6 図



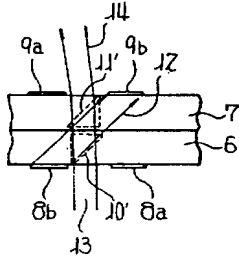
第 9 図



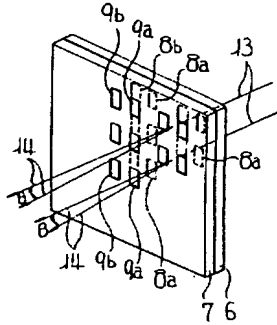
第 10 図



第 7 図



第 8 図



第 11 図

